

**Monitoring effect of vibrations on shaping and setting of concrete goods involves comparing desired motion values with actual motion values for same times in shaping and setting process**

Patent Number: DE19956961

Publication date: 2001-05-31

Inventor(s): KUCH HELMUT [DE]; SCHWABE JOERG-HENRY [DE]; KOERNER UWE [DE]; GRUETZE TOBIAS [DE]

Applicant(s): IFF INST FUER FERTIGTEILTECHNI [DE]

Requested Patent: ☐ DE19956961

Application Number: DE19991056961 19991123

Priority Number(s): DE19991056961 19991123

IPC Classification: B28B1/08; G05D19/00

EC Classification: B28B1/04B, B28B3/02B, B28B17/00H

Equivalents:

---

**Abstract**

---

The method involves using measurement value for motion parameters that correlate with the degree of setting and/or setting time and are detected at suitable points in a vibration concrete manufacturing device. Desired motion parameter values are determined at suitable points for at least one time in a shaping and setting process in the form of spectra. Actual and desired values for the same time in the process are compared.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 56 961 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 28 B 1/08**  
G 05 D 19/00

⑳ Aktenzeichen: 199 56 961.4  
㉔ Anmeldetag: 23. 11. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 31. 5. 2001

**DE 199 56 961 A 1**

㉚ Anmelder:  
IFF Institut für Fertigteiltechnik und Fertigbau  
Weimar e.V., 99423 Weimar, DE  
  
㉛ Vertreter:  
Bock, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 07745 Jena

㉞ Erfinder:  
Kuch, Helmut, Dr.-Ing., 99425 Weimar, DE;  
Schwabe, Jörg-Henry, 99427 Weimar, DE; Körner,  
Uwe, 99867 Gotha, DE; Grütze, Tobias, 99427  
Weimar, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ㉙ Verfahren zur Kontrolle der Einwirkung von Schwingungen auf die Formgebung und Verdichtung von Betonwaren
- ㉟ Für die Herstellung von Betonbauteilen mit Hilfe von Schockvibrationsfertigern wird ein Verfahren zur Kontrolle der Einwirkung von Schwingungen auf die Formgebung und Verdichtung dieser Bauteile angegeben. Es werden Meßwerte von Bewegungsgrößen an geeigneten Stellen der Vibrationsfertiger erfaßt, die mit dem Verdichtungsgrad und/oder der Verdichtungszeit korrelieren. Zumindest zu einem Zeitpunkt des Formgebungs- und Verdichtungsprozesses werden Sollwerte der Bewegungsgrößen in Form von Spektren ermittelt. Zum gleichen Zeitpunkt eines danach stattfindenden analogen Formgebungs- und Verdichtungsprozesses werden Istwerte der Bewegungsgrößen in Form von Spektren ermittelt. Die so entstandenen Istwertspektren werden mit den an den gleichen Stellen und zu den gleichen Zeitpunkten im Ablauf des Formgebungs- und Verdichtungsprozesses ermittelten Sollwertspektren verglichen.

**DE 199 56 961 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kontrolle der Einwirkung von Schwingungen auf die Formgebung und Verdichtung von Betonwaren gemäß dem Oberbegriff des ersten Patentanspruchs. Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Erreichung und Kontrolle bestimmter Schockvibrationsregime und soll bei solchen Betonsteinfertigern zur Anwendung kommen, bei denen die Betonverdichtung überwiegend durch Schock- oder Stoßvibration erfolgt.

Es sind verschiedene Verfahren bekannt, die sich auf die Beurteilung der Güte von Bewegungsabläufen bei der Schockvibration beziehen. In der DE 44 34 696 A1 wird bspw. von der Annahme ausgegangen, daß sich das Verdichtungsregime und damit der Verdichtungsgrad über einen Stoßphasenwinkel und/oder die Stoßbeschleunigung beurteilen läßt. Allerdings erlaubt die Gut-Schlecht-Bewertung der Qualität mit diesen wenigen Parametern keine Aussage über das gesamte komplexe Verdichtungssystem, das aus mehreren Teilsystemen besteht.

Bekannt sind auch die Aufnahme von Bewegungsgrößen und die Zerlegung der Signale in Frequenzanteile, die Nutzung von Spektren zur Analyse von Schwingungssystemen sowie die Maschinendiagnose über lange Zeiträume unter Verwendung von Spektren, siehe VDI Berichte 1466, VDI-Schwingungstagung '99, Seiten 17-22. Eine Kontrolle eines technologischen Prozesses findet dabei nicht statt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Kontrolle der Qualität der Betonverdichtung bei der Herstellung von Betonsteinen unter Anwendung von Beschleunigungsspektren zu schaffen.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des ersten Patentanspruchs gelöst. Dabei geht die Erfindung von der Tatsache aus, daß Betonmenge unterschiedlicher Zusammensetzung für die Phasen ihrer Verdichtung spezifische prozeß- und maschinen-technische Kennwerte benötigen, um in möglichst kurzer Zeit einen hohen Verdichtungsgrad zu erzielen. Während des Verdichtungsvorganges werden durch impulsartige, stoßhafte Einwirkungen die Eigenschwingungen aller schwingfähigen Systemelemente eines Betonsteinfertigers, seiner Bauteile und Baugruppen, die auch als Arbeitsmassen bezeichnet werden, angeregt.

Bei der meßtechnischen Erfassung von Bewegungsgrößen an den Arbeitsmassen, wie Tisch, Brett, Form, Auflast und Auflastrahmen, ergeben sich mehrfrequente Zeitläufe, die sich in den Frequenzspektren verdeutlichen lassen. Allgemein gesagt, wird ein technologischer Prozeß kontrolliert, bei dem die Schwingungseinwirkung qualitätsbestimmend für das Fertigungsergebnis ist. Die Spektren werden bezüglich ihres Verdichtungseinflusses speziell bewertet. Die Beschleunigungen an den Arbeitsmassen von Betonsteinfertigern, welche die Produktion hochwertiger Steine ermöglichen, zeigen typische Merkmale in ihren Frequenzspektren. An Hand eines Satzes von Spektren, der die Spektren aller Arbeitsmassen eines Betonsteinfertigers enthält und nachfolgend Spektralmuster genannt wird, kann das charakteristische Schwingungsverhalten des Gesamtsystems des Betonsteinfertigers beurteilt werden. Das Spektralmuster dient im Sinne eines Referenzwertes als Grundlage zum Vergleich mit den gemessenen, aktuellen Spektren, den Meß- oder Istspektren. Ändert sich das Frequenzspektrum mindestens einer Arbeitsmasse, so zeigt dies eine Abweichung oder Störung im Verdichtungsprozeß an. Diese Störung kann signalisiert und manuell behoben werden oder sie kann einen Regelkreis zur Veränderung der Bewegung bzw. Beschleunigung der mindestens einen Arbeitsmasse solange veranlassen, bis das Istspektrum innerhalb eines zulässigen Tole-

ranzbereichs mit dem Soll- oder Referenzspektrum übereinstimmt. Die Bewegungsgrößen der Arbeitsmassen können vorzugsweise als Farb- oder Linienspektren wiedergegeben werden.

Sämtliche Spektren werden vorteilhaft gespeichert. Sie können bildlich dargestellt und manuell verglichen werden. Ebenso ist es möglich, sie in einem Rechner zu speichern, zu vergleichen, zu verarbeiten und zu Steuer- und Regelzwecken zu benutzen.

Zur Erfassung der Bewegungsgrößen werden vorteilhaft Beschleunigungssensoren verwendet, von denen jeder einer Arbeitsmasse zugeordnet ist und über eine Meßwertverarbeitungsstufe mit einer Auswertungsstufe verbunden ist. Letzterer kann eine Anzeigeeinrichtung und/oder kann ein Regelkreis nachgeordnet sein, der die Bewegungsgrößen der fehlerhaft arbeitenden Arbeitsmasse(n) korrigiert.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine beispielsweise Anordnung zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein Diagramm a) mit einem Sollspektrum und ein Diagramm b) mit einem Istspektrum, wobei das Istspektrum innerhalb eines Toleranzbereichs mit dem Sollspektrum übereinstimmt und

Fig. 3 ein Diagramm a) mit einem Sollspektrum und ein Diagramm b) mit einem Istspektrum, wobei das Istspektrum eine Korrektur zumindest einer Bewegungsgröße im System eines Betonsteinfertigers notwendig macht.

In Fig. 1 sind drei Arbeitsmassen 10 (Tisch), 11 (Form), 12 (Auflast) vorgesehen, welche durch eine mittels am Tisch 10 angebrachten, nicht dargestellten Schwingungserregers erzeugte, zeitabhängige Erregerkraft  $F_1(t)$  in Schwingungen versetzt werden. Außerdem wirken auf die Form 11 und die Auflast 12 entsprechende Kräfte  $F_2$  bzw.  $F_3$ . Die Schwingungen von Tisch 10, Form 11 und Auflast 12 werden durch entsprechende Bewegungsgrößen  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  beschrieben. Auf dem Tisch 10 befindet sich ein Brett 13 mit der mit einer zu verdichtenden Betonmasse 14 gefüllten Form 11, die an ihrer Umfangsfläche mit einem Flansch 15 als Angriffsmöglichkeit für die Kraft  $F_2$  versehen ist. Die in die Form 11 eingeführte Auflast 12 wirkt mit der Kraft  $F_3$  auf die Betonmasse 14.

Zur Herstellung eines Betonsteins wird das Brett 13 mit der Form 11 auf dem Tisch 10 so plaziert, daß die Auflast 12 in die Form 11 einführbar ist. Danach wird Betonmasse 14 in die Form 11 eingefüllt, wobei diese und der Tisch 10 schon eine Vibration erfahren können. Anschließend wird die Auflast 12 auf die Betonmasse 14 abgesenkt und die Kräfte  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , von denen zumindest die Kraft  $F_1$  zeitabhängig ist, zur Erzeugung erforderlicher Vibrationsbewegungen voll zur Einwirkung auf die Arbeitsmassen 10, 11, 12 gebracht. Diese Hauptvibration dauert im beschriebenen Ausführungsbeispiel 4 Sekunden. Danach wird die Auflast 12 hinreichend von der verdichteten Betonmasse, dem Stein abgehoben, die Form 11 entfernt, das Brett 13 mit dem Stein weggenommen und durch ein neues ersetzt. Der Zyklus (Takt) der Steinfertigung, der bspw. 15 Sekunden dauert, kann von neuem beginnen.

Während der Hauptvibration wird von jeder der Arbeitsmassen 10, 11, 12 mindestens einmal eine zugehörige Bewegungsgröße  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  mit Hilfe jeweils eines Beschleunigungssensors 24, 25, 26 abgegriffen und in einer Meßwertverarbeitung 16 erfaßt. Die in der Meßwertverarbeitung 16 für einen Analysator 17 aufbereiteten Meßwerte der Bewegungsgrößen werden dort ausgewertet und die Resultate der Auswertung auf einem Monitor 18 in Form von vorzugsweise farbigen Intensitätsgraphen 19 sichtbar gemacht. Dabei werden die Spektren der Bewegungsgrößen  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$

aus Gründen der Übersichtlichkeit auf separaten Bildschirmseiten dargestellt; d. h. die Spektren der Bewegungsgrößen a1 für die aufeinanderfolgenden Takte der Betonwarenfertigung erscheinen auf einer eigenen Bildschirmseite, ebenso die Spektren der Bewegungsgrößen a2 und a3. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die sich horizontal auf einer Bildschirmseite des Monitors 18 erstreckenden Istspektren 19 unmittelbar benachbart übereinander angeordnet. Das Istspektrum des letzten Taktes ist jeweils das oberste und liegt einem Referenzspektrum 21 am nächsten. Jeder der sichtbaren neun Intensitätsgraphen 19 ist auf dem Monitor 18 mit dem zugehörigen Soll- oder Referenzspektrum 21 vergleichbar, das eine fehlerfreie bzw. günstige Bewegungsgröße für die jeweilige Arbeitsmasse darstellt. Sollspektrum 21 wurde an der gleichen Stelle und zum gleichen Zeitpunkt im Ablauf des Formgebungs- und Verdichtungsprozesses vorher ermittelt.

Anstatt als Intensitätsgraphen können die Frequenzspektren auch als Spektren mit einem Linienzug 23 dargestellt werden, wobei das entsprechende Referenz- oder Sollspektrum mit 22 und das Meß- oder Istspektrum mit 20 bezeichnet ist. Die Spektren 19, 20 und 21, 22 sind im Analysator 17 gespeichert und können wiederholt abgerufen werden.

Die Bilder auf dem Monitor 18 der Fig. 1 lassen eine Abweichung zwischen dem Soll- und den Istspektren der letzten drei Takte erkennen. Zur Gewährleistung einer gleichbleibenden Qualität der Betonteile muß in den Formgebungs- und Verdichtungsprozeß eingegriffen werden. Parallel zur oder anstatt der Sichtbarmachung der Spektren 19, 20, 21, 22 auf dem Monitor 18 und des manuellen Vergleichs können diese auch in einem Komparator 27 elektronisch verglichen werden. Bei einer über einen Toleranzbereich hinausgehenden Abweichung der Istspektren von den Sollspektren kann ein Regelkreis 28 in Tätigkeit gesetzt werden, der die zumindest teilweise zeitabhängigen Kräfte F1, F2, F3 und die daraus resultierenden Bewegungen der Arbeitsmassen zu entsprechenden Veränderungen veranlaßt bis die Istspektren 19, 20 eine hinreichende Übereinstimmung mit den Sollspektren 21, 22 zeigen.

Die Erfindung ist nicht an eine bestimmte Anzahl und Gestaltung von Arbeitsmassen sowie an bestimmte Bewegungsgrößen und ihnen entsprechende Sensoren gebunden. Auch ist es möglich, mit einer entsprechenden Anordnung gleichzeitig mehr als einen Stein oder ein anderes Betonteil zu formen und zu verdichten. Die Darstellung der Spektren durch den Monitor kann hinsichtlich der Geometrie und des Inhaltes vom Ausführungsbeispiel abweichen. So ist es bspw. möglich, für alle Bewegungsgrößen gleichzeitig die Referenz- und zugehörigen aktuellen Meßspektren zum visuellen Vergleich nebeneinander auf einer Bildschirmseite abzubilden. Schließlich ist die Erfindung an keine Bauform von Schwingungserregern zur Erzeugung der Vibrationsbewegung gebunden.

In den folgenden Fig. 2a) und b) sowie 3a) und b) mit den Spektrendiagrammen bspw. für die Bewegungsgröße a1 des Tisches 10 sind als Abszissen die Frequenzen in Hz und als Ordinaten die Beschleunigungsamplituden in  $m/s^2$  aufgetragen.

In Fig. 2 sind beispielhaft zwei Linienspektren a) und b) dargestellt, wobei a) das Sollspektrum (Referenzspektrum) und b) das Istspektrum (Meßspektrum) wiedergibt. Zwei Toleranzbereiche sind mit eingezeichneten Rechtecken R1, R2 markiert. Sie beziehen sich auf ein Amplitudenintervall und ein Frequenzintervall. Da eine gute Übereinstimmung festzustellen ist, dürfte auch das Verdichtungsergebnis vergleichbar gut sein.

In Fig. 3 ist beispielhaft in a) ein Sollspektrum zusammen mit einem die Toleranzbereiche R1, R2 verlassenden Ist-

spektrum in b) dargestellt. Das Verdichtungsergebnis weicht höchstwahrscheinlich von der Vorgabe ab.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste

- 10 Tisch
- 11 Form
- 12 Auflast
- 13 Brett
- 14 Betonmasse
- 15 Flansch
- 16 Meßwertverarbeitung
- 17 Analysator
- 18 Monitor
- 19 Istspektren als Intensitätsgraphen
- 20 Istspektrum als Liniengraph
- 21 Sollspektrum als Intensitätsgraph
- 22 Sollspektrum als Liniengraph
- 23 Linienzug
- 24, 25, 26 Beschleunigungssensoren
- 27 Komparator
- 28 Regelkreis
- R1, R2 Rechtecke

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle der Einwirkung von Schwingungen auf die Formgebung und Verdichtung von Betonwaren, insbesondere von Betonsteinen, in Schockvibrationsfertigern unter Einbeziehung von Meßwerten von Bewegungsgrößen, die mit dem Verdichtungsgrad und/oder der Verdichtungszeit korrelieren und an geeigneten Stellen der Vibrationsfertiger erfaßt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß an den geeigneten Stellen zu mindestens einem Zeitpunkt eines Formgebungs- und Verdichtungsprozesses Sollwerte für Bewegungsgrößen in Form von Spektren ermittelt werden, daß zum gleichen Zeitpunkt eines danach stattfindenden analogen Formgebungs- und Verdichtungsprozesses Istwerte in Form von Spektren für die Bewegungsgrößen ermittelt werden und daß die Spektren der Istwerte mit den Spektren der Sollwerte an den gleichen Stellen und zu den gleichen Zeitpunkten im Ablauf des Formgebungs- und Verdichtungsprozesses verglichen werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spektren bildlich erzeugt und manuell verglichen werden.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spektren maschinell verglichen werden.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spektren registriert werden.

5. Verfahren gemäß mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine unzulässige Abweichung eines Istspektrums von einem Sollspektrum signalisiert wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer unzulässigen Abweichung eines Istspektrums von seinem Sollspektrum auf die zugehörige Bewegungsgröße zur Beseitigung dieser Abwei-

chung Einfluß genommen wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 2

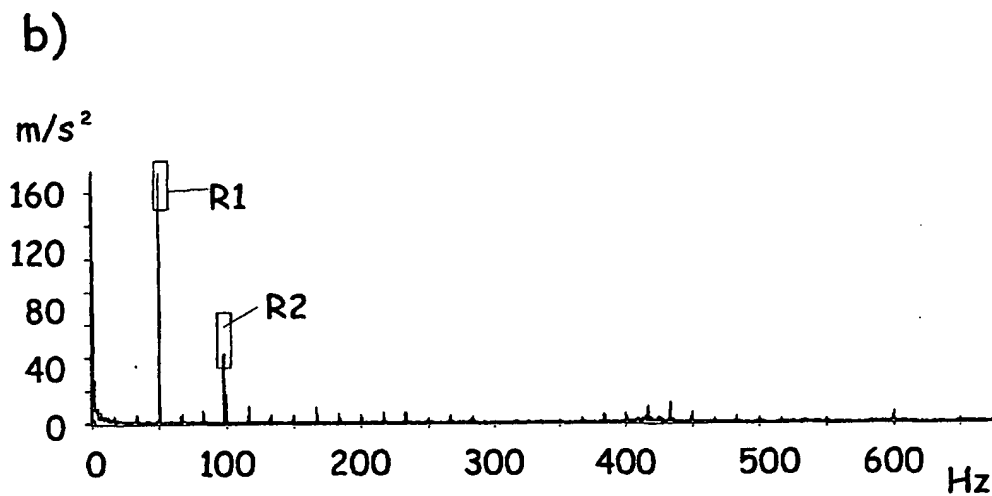
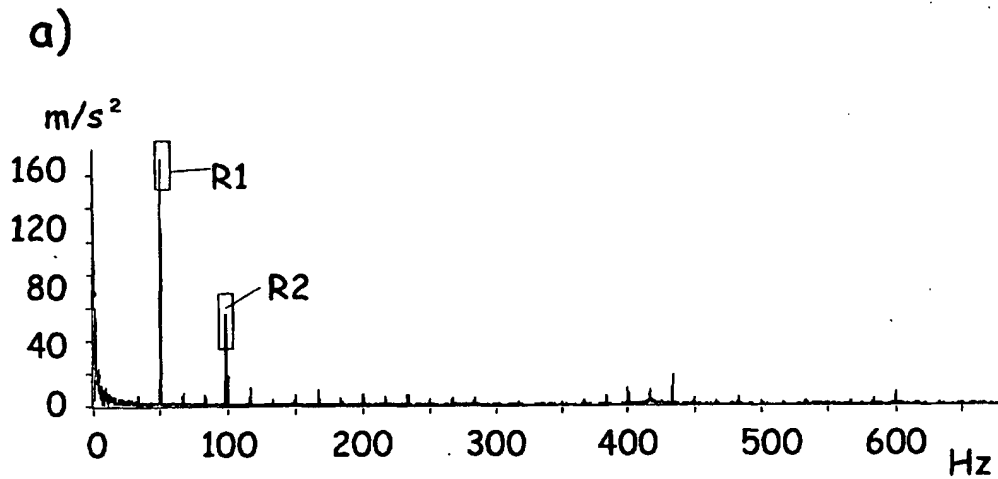
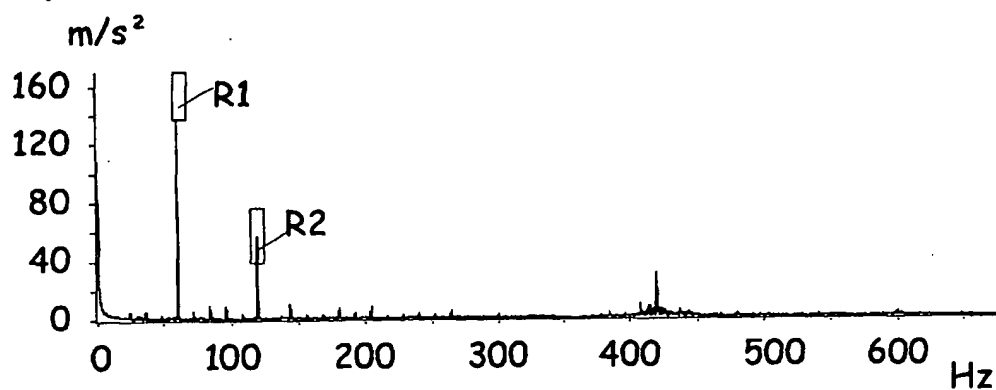


Fig. 3

a)



b)

